

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-193850

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/38

(21)Application number : 10-368001

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.12.1998

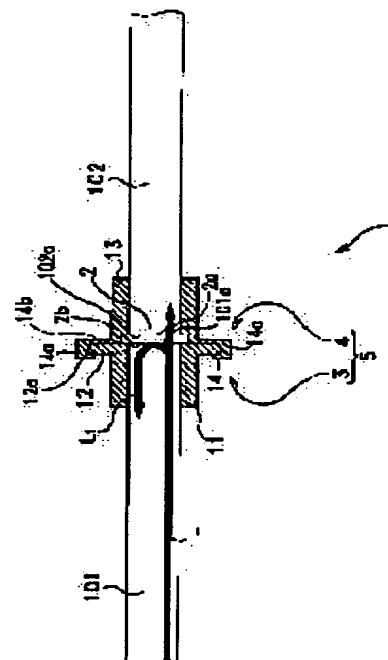
(72)Inventor : HORIE KAZUYOSHI  
SHINO KUNINORI  
OKUBO KENICHI

## (54) DEVICE AND METHOD FOR CONNECTING OPTICAL FIBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable optical communication by a single core two-way system by preventing optical cross talk.

**SOLUTION:** An optical fiber connector 1 is provided with a refractive index matching member 2 with the refractive index approximately equivalent to the refractive index of a core of optical fibers 101, 102, and an optical fiber connection part 5 comprising a first connection member 3 and a second connection member 4 in which the refractive index matching member 2 is interposed between end faces 101a, 102a of two optical fibers 101, 102, and the end faces 101a, 102a are connected to each other in contact with the refractive index matching member 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-193850

(P2000-193850A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 0 2 B 6/38

G 0 2 B 6/38

2 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-368001  
 (22) 出願日 平成10年12月24日 (1998. 12. 24)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
 (72) 発明者 堀江 和由  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
 ー株式会社内  
 (72) 発明者 篠 邦宣  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
 ー株式会社内  
 (74) 代理人 100067736  
 弁理士 小池 晃 (外2名)

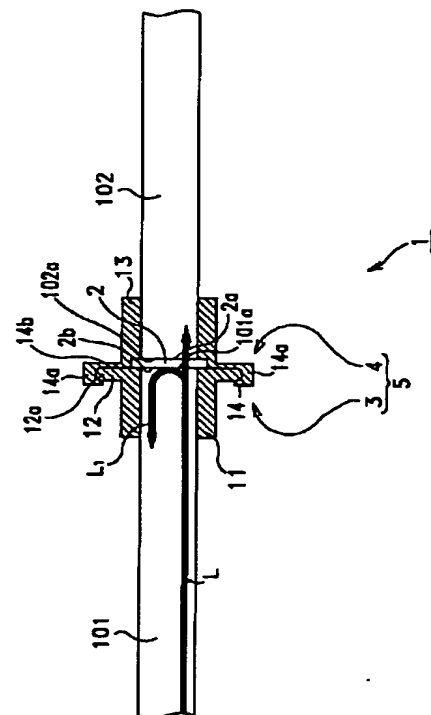
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ連結装置及び光ファイバ連結方法

(57) 【要約】

【課題】 光学的なクロストークを防止して、一芯双方  
 方向方式により光通信を行うことができる。

【解決手段】 光ファイバ連結器1は、光ファイバ10  
 1、102のコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈  
 折率整合部材2と、2本の光ファイバ101、102の  
 端面101a、102aの間に屈折率整合部材2を介在  
 させて各端面101a、102aを当該屈折率整合部材  
 2に接触させた状態で連結する第1の連結部材3及び第  
 2の連結部材4からなる光ファイバ連結部5とを備えて  
 いる。



(2)

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 光通信回路に接続されている2本の光ファイバを直列につなぐ光ファイバ連結装置であって、上記光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段と、上記2本の光ファイバの間に上記屈折率整合手段を介在させて各端面を上記屈折率整合手段に接触させた状態で連結する光ファイバ連結手段とを備えることを特徴とする光ファイバ連結装置。

**【請求項2】** 上記屈折率整合手段は、弾性体により形成されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項3】** 上記屈折率整合手段は、シリコンにより形成されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項4】** 上記屈折率整合手段は、上記2本の光ファイバの端面が接合される接合面を有しており、上記光ファイバ連結手段は、上記2本の光ファイバの端面を、上記接合面に接合させることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項5】** 上記光ファイバ連結手段は、弾性変形により、上記接合面に上記2本の光ファイバそれぞれの端面を密着させることを特徴とする請求項4記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項6】** 上記光ファイバ連結手段は、一の上記光ファイバの端面近傍に取り付ける第1の連結部と、他の上記光ファイバの端面近傍に取り付ける第2の連結部とから構成され、上記第1の連結部と上記第2の連結部を接続することにより、上記2本の光ファイバの間に上記屈折率整合手段を介在させて各端面を上記屈折率整合手段に接触させた状態で連結することを特徴とする請求項1記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項7】** 上記光ファイバ連結手段は、一の上記光ファイバの端面近傍に取り付ける第1の連結部と、他の上記光ファイバの端面近傍に取り付ける第2の連結部とから構成され、上記第1の連結部と上記第2の連結部を接続することによる当該第1及び第2の連結部の弾性変形により、上記接合面に上記2本の光ファイバそれぞれの端面を密着させることを特徴とする請求項5記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項8】** 上記第1の連結部と上記第2の連結部は、着脱自在とされていることを特徴とする請求項6記載の光ファイバ連結装置。

**【請求項9】** 光通信回路に接続されている2本の光ファイバを直列につなぐ光ファイバ連結方法であって、上記2本の光ファイバの端面の間に上記光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段を介在させて、各端面を当該屈折率整合手段に接触させた状態で連結することを特徴とする光ファイバ連結方法。

**【請求項10】** 上記屈折率整合手段は、弾性体により形成されていることを特徴とする請求項9記載の光ファイバ連結方法。

**【請求項11】** 上記屈折率整合手段は、シリコンにより形成されていることを特徴とする請求項9記載の光ファイバ連結方法。

**【請求項12】** 上記屈折率整合手段は、上記2本の光ファイバの端面が接合される接合面を有しており、上記2本の光ファイバの端面を、上記接合面に接合させることを特徴とする請求項9記載の光ファイバ連結方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、光ファイバを直列につなぐ光ファイバ連結装置及び光ファイバ連結方法に関し、詳しくは、光ファイバネットワークの構築の際の光ファイバ同士の連結に好適な光ファイバ連結装置及び光ファイバ連結方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 光ファイバを利用してデジタル信号等を送信する、いわゆる光通信による光ファイバネットワークがある。例えば、光ファイバネットワークでは、家庭電気製品や情報機器などを相互に接続することが可能となっている。

**【0003】** 従来より光ファイバはガラスから形成されていたが、プラスチック光ファイバ(POF)の出現により、光ファイバネットワークを安価に家庭やオフィス内に構築することができるようになった。このように光ファイバネットワークの構築が安価になされることは、家庭電気製品の高度利用分野における新規事業の創出につながる。

**【0004】** 光ファイバを利用して信号を伝送する方法には、二本の光ファイバを使用して行う二芯方式の双方向光通信と、一本の光ファイバを使用して行う双方向光通信とがある。

**【0005】** 二芯方式の双方向光通信では、一本の光ファイバを送信用に用い、もう一本の光ファイバを受信用に用いる。一方、一芯方式の双方向光通信は、一本の光ファイバを使用して信号の送受信を行うので、上述した二芯方式の場合と比べて、ネットワークを構築した際の光ファイバのコストを半分にすることができる。また、二芯方式の場合には、送信用の光ファイバと受信用の光ファイバとに区別されるために、光送受信装置と光ファイバとの連結には方向性が生じることになる。

**【0006】** そして、光ファイバは、光送受信装置が備える光ファイバ接続部に接続される。二芯方式が採用された光送受信装置の光ファイバ接続部は、光信号を送信する送信側接続部及び光信号を受信する受信側接続部のふたつに分かれている。したがって、光信号の送受信を行う場合には、各光ファイバを通る光信号の流れの向き

(3)

は、必ず一方通行となる。つまり、第1の光送受信装置と第2の光送受信装置との間で光通信を行う光ファイバネットワークにおいては、第1の光送受信装置の送信側接続部と第2の光送受信装置の受信側接続部を光ファイバにより接続する必要がある。同様に、第1の光送受信装置の受信側接続部は、第2の光送受信装置の送信側接続部と光ファイバで接続する必要がある。このように、二芯方式を採用した場合には、光ファイバを各接続部に対応させて接続しなければならない、使い勝手の上で優れているとは言えない。

【0007】一方、一芯方式の双方向光通信の場合には、上述のような方向性は生じないので、第1の光送受信装置、第2の光送受信装置の光ファイバ接続部への光ファイバの接続は容易とされ、使い勝手が良い。

【0008】以上のように、一芯方式の双方向光通信は、光ファイバの使用量を少なくすることができることや光ファイバの接続が容易であることから、近年注目されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一芯方式の双方向光通信には、いわゆるクロストークの問題が存在する。

【0010】光ファイバにより接続されている光送受信装置からの光信号に自分が送出した光信号が混入してしまうという問題がクロストークの問題である。この原因のひとつに、他の光ファイバと連結されている光ファイバの遠端部などで自分の送信光が反射して、遠端反射光となり、自分の受光部に入射するというメカニズムがある。光ファイバの遠端部での反射はいわゆるフレネル反射と呼ばれるものであり、屈折率の異なる界面で光が反射する性質による。

【0011】一般的に、光ファイバには損失があり、光信号が光ファイバで伝送されると、光信号の振幅が減少する。すなわち、光ファイバ伝送により光量の損失が発生する。したがって、光ファイバが長い場合には、遠端部で反射した光も自己の受光部に戻るときには、光ファイバの損失により微少な光量となり、光学的なクロストークの影響は小さい。しかし、光ファイバが短い場合には、光ファイバ伝送による光量の損失が少なくなるので、受光部での遠端反射光のクロストークへの影響が大きくなる。

【0012】特に、図12に示すように、第1の光送受信装置201と第2の光送受信装置202が、長さの短い光ファイバ203と長い光ファイバ204をつなぎ合わせて光通信を行う場合において、遠端反射が大きな問題になる。本例では、光ファイバ203、204が連結器205によりつなぎあわされた状態になる例を示しており、着脱自在とされる第1の連結部材206と第2の連結部材207からなる連結器205を利用することにより、光ファイバの203の端面近傍に第1の連結部材

206を装着し、光ファイバ204の端面近傍に第2の連結部材207を装着し、この第1の連結部材206と第2の連結部材207を接続することで、光ファイバ203の端面と光ファイバ204の端面を接合状態にすることができる。

【0013】図13を用いて、光ファイバ203、204が接合部208で接合された際の、当該光ファイバ203、204により伝送される光信号の振幅の減衰について説明する。

【0014】図13中(A)に示すように、第1の光送受信装置201から送信光Sが射出されるものの、光ファイバの端面の接合部208で反射されて、遠端反射光FXとして、当該第1の光送受信装置201に入射される。例えば、第1の光送受信装置201には、遠端反射光FXが振幅BFXとして入射される。

【0015】他方、第1の光送受信装置201は、図13中(B)に示すように、光ファイバ203、204を介して第2の光送受信装置202から送られてきた受信光Dを、振幅BDとして受光する。

【0016】ここで、図13中(A)及び(B)に示す矢印Aは、その方向に光ファイバの損失が発生することを示している。

【0017】例えば、遠端反射光FXの振幅BFXと受信光Dの振幅BDが近い場合には、第1の光送受信装置201は、遠端反射光FXと第2の光送受信装置202から送られてきた受信光Dとの区別がつかなくなり、上述したクロストークの問題が生じてしまう。

【0018】また、当然、これら光信号や遠端反射光の振幅は光ファイバの長さや連結する光ファイバの本数、光送受信装置の発光強度などにも依存する。このようなことから、様々な長さを持つ光ファイバ同士から構成される光ファイバネットワークでは、一芯双方向の方式を採用する光送受信装置にとって、これは大きな問題である。

【0019】また、接合部208でフレネル反射を防止する従来の技術として、図14に示すように、光ファイバ213の端面213aと光ファイバ214の端面214aを精度良く、丸く研磨して、コア同士を突き合わせる方法がある。

【0020】この方法では、連結器215により、光ファイバ213、214の端面213aと端面214aを接合している。具体的には、光ファイバ213の端面213aの近傍に第1の連結部材216を装着し、光ファイバ214の端面214aの近傍に第2の連結部材217を装着し、略環状に形成された嵌合部材218に各連結部材216、217を嵌合させることにより、光ファイバ213と光ファイバ214を連結させている。

【0021】しかし、この方法では、端面の精度を出す必要があるため製造コストが高くなってしまいうという欠点がある。また、光ファイバ213と光ファイバ214

(4)

との間に空気の層が入ると意味が無くなり、これら光ファイバ 213, 214 に振動が加わると端面 213a, 214a 同士がこすれて傷が発生してしまう問題がある。例えば、こすれて傷が発生してしまうと、最悪の場合には、信号光の伝送ができなくなってしまう。

【0022】図15には、光学接着剤 222 を用いて遠端反射防止して光ファイバを接続する方法を示している。この方法では、光ファイバ 223 の端面 223a の近傍に第1の連結部材 226 を装着し、光ファイバ 224 の端面 224a の近傍に第2の連結部材 217 を装着して、これら連結部材 226, 227 を、環状に形成された嵌合部材 228 に嵌合させている。そして、光ファイバ 223 の端面 223a と光ファイバ 224 の端面 224a を当該光ファイバ 223, 224 のコア 223b, 224b の屈折率に近い光学接着剤 228 により接着している。このようにすることで、遠端部からの反射を防止することはできるが、光ファイバ同士を接着させているため、これらの光ファイバを再び取り外すことが難しいという問題がある。なお、石英製光ファイバ 223, 224 のコア 223b, 224b の直径は約  $5\mu\text{m}$  であり、クラッド層 223c, 224c を含めた直径は約  $125\mu\text{m}$  である。

【0023】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、光学的なクロストークを防止して、一芯双方向方式により光通信を行うことができる光ファイバ連結装置及び光ファイバ連結方法を提供することを目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光ファイバ連結装置は、上述の課題を解決するために、光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段と、2本の光ファイバの端面の間に屈折率整合手段を介在させて各端面を屈折率整合手段に接触させた状態で連結する光ファイバ連結手段とを備える。

【0025】このような構成を有する光ファイバ連結装置は、光ファイバ連結手段により、2本の光ファイバの端面の間に屈折率整合手段を介在させて各端面を屈折率整合手段に接触させた状態で連結する。

【0026】すなわち、光ファイバ連結装置は、端面を、屈折率整合手段に接触させて当該光ファイバを連結した状態にする。

【0027】また、本発明に係る光ファイバ連結方法は、上述の課題を解決するために、2本の光ファイバの端面の間に光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段を介在させて、各端面を当該屈折率整合手段に接触させた状態で連結する。

【0028】すなわち、光ファイバ連結方法は、端面を、屈折率整合手段に接触させて当該光ファイバを連結した状態にする。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施の形態について図面を用いて詳しく説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、特に本発明を限定する旨の記載がない限り、本発明の実施の形態に限定されるものではない。

【0030】本実施の形態である光ファイバ連結装置は、光回路に接続されている2本の光ファイバを直列につなぐものに適用したものである。この光ファイバ連結器により連結される光ファイバは例えばプラスチック材を使用して形成された、いわゆるプラスチック光ファイバである。

【0031】図1及び図2に示すように、光ファイバ連結器1は、光ファイバ101, 102のコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合部材2と、2本の光ファイバ101, 102の端面101a, 102aの間に屈折率整合部材2を介在させて各端面101a, 102aを当該屈折率整合部材2に接触させた状態で連結する第1の連結部材3及び第2の連結部材4からなる光ファイバ連結部5とを備えている。

【0032】第1の連結部材3は、光ファイバ101に装着されるとともに、第2の連結部材4に嵌合するような形状とされ、具体的には、光ファイバ101の端面101aの近傍に装着される結合部11と、第2の連結部材4に嵌合されるフランジ状突出部12とから構成されている。

【0033】結合部11は、略円管形状とされ、その内径が光ファイバ101の外径と略同一とされている。結合部11の先端側の外周部には、フランジ状突出部12が設けられている。

【0034】フランジ状突出部12は、第2の連結部材4に嵌合されるように、結合部11の外周部から突出された形状とされている。具体的には、フランジ状突出部12は、結合部11の外周部から突出されて、略平板の円盤形状に形成され、結合部11に一体的に形成されている。

【0035】そして、フランジ状突出部12の外周縁は、第2の連結部材4と係合される係合部12aとされている。このフランジ状突出部12の外周縁は、例えば、略凸トーラス面形状に形成されている。

【0036】このような構成を有する第1の連結部材3は、光ファイバ101の端面101aの近傍に装着されている。具体的には、第1の連結部材3は、端面11aを、光ファイバ101の端面101aより若干後退させて、すなわち、図3に示すように、光ファイバ101の端面101aが突出されるように、当該端面101aの近傍に装着されている。

【0037】第2の連結部材4は、光ファイバ102が装着されるとともに、第1の連結部材3が嵌合されるような形状とされ、具体的には、光ファイバ102の端面

(5)

102aの近傍に装着される結合部13と、第1の連結部材3のフランジ状突出部12が嵌合されるフランジ状嵌合部14とから構成されている。

【0038】結合部13は、略円管形状とされ、その内径が光ファイバ101の外径と略同一とされている。この結合部13の先端側の外周部には、フランジ状嵌合部14が設けられている。また、結合部13には、屈折率整合部材2が取り付けられる取り付け部13aが設けられている。取り付け部13aは、結合部13の端面の内周縁部分に段差状に形成されている。

【0039】フランジ状嵌合部14は、第1の連結部材3が嵌合されるような形状とされている。具体的には、フランジ状嵌合部14は、外周部に第1の連結部材3のフランジ状突出部12と係合する係合部14aが設けられて、結合部13に一体的に形成されている。

【0040】係合部14aは、略平板の円盤形状からなる側壁部14bの外周部に、当該側壁部14bに対して略垂直とされて、前方に突出して形成されている。この係合部14aの内周側には、フランジ状突出部12の係合部12aと係合する溝部14cが形成されている。例えば、溝部14aは、略凹トラス面形状に形成されている。

【0041】例えば、上述したように、第1の連結部材3の係合部12aを略凸トラス面形状とし、第2の連結部材4の溝部14aを略凹トラス面形状とすることにより、第1の連結部材3と第2の連結部材4の着脱が容易になされるようになる。

【0042】屈折率整合部材2は、略円盤状に形成されている。この屈折率整合部材2は、光ファイバ101、102のコアの屈折率と略同等の屈折率を有した弾性体として形成されている。具体的には、屈折率整合部材2は、シリコンにより形成されている。

【0043】そして、屈折率整合部材2の第1の面2aは、第2の連結部材4に装着された光ファイバ102の端面102aが接合される面とされ、また、第2の面2bは、第1の面2aに対向される面であって、第1の連結部材3と第2の連結部材4が接続された状態において、光ファイバ101の端面101aが接合される面とされる。この屈折率整合部材2は、結合部13の取り付け部13aに取り付けられている。

【0044】以上のように構成された光ファイバ連結器1は、第1の連結部材3と第2の連結部材4を接続することにより、各連結部材3、4に装着されている光ファイバ101、102の端面101a、102aを屈折率整合部材2に接合させて、当該端面101aと端面102aを対向させて配置させる。これにより、屈折率整合部材2が光ファイバ101、102の屈折率と等しい屈折率を有していることから、光ファイバ101、102の端面101a、102aにおけるフレネル反射を抑制することができる。

【0045】また、光ファイバ101の端面101aが第1の連結部材3の端面11aより突出していることにより、第1の連結部材3と第2の連結部材4を連結し、第2の連結部材4の係合部14aに第1の連結部材3の係合部12aを係止させた状態において、屈折率整合部材2の弾性力が、当該屈折率整合部材2の各面2b、2aを光ファイバ101、102の端面101a、102aに押し当てる方向に働く。すなわち、図3及び図4に示すように、第1の連結部材3の端面から光ファイバ101の前端部101bを突出させることにより、光ファイバ101、102の端面101a、102aと屈折率整合部材2の各面2b、2aとの密着性が増す。そして、光ファイバ連結装置1は、第1の連結部材3と第2の連結部材4とが着脱自在とされているので、光ファイバ101、102の連結・取り外しを自由に行うことができる。

【0046】このようなことから、従来と比較して、光ファイバの端面を精度よく丸く研磨する等、加工精度が要求されることはない。例えば、これにより、製品コストを下げることができる。

【0047】また、密着性を良くすることにより、屈折率整合部材2を光ファイバ101、102の端面101a、102aの間に介在させても、当該端面101a、102aと屈折率整合部材2の各面との間に空気層が発生することを防止することができる。

【0048】さらに、光ファイバの端面を接着固定していないことから、光ファイバ同士の連結・取り外しを自由にできる。例えば、上述したように、第1の連結部材3にフランジ状突出部12を設け、第2の連結部材4にフランジ状嵌合部14を設けることにより、当該第1の連結部材3と当該第2の連結部材4とを着脱可能にねじ込むことが可能になる。

【0049】なお、第1の連結部材3において、少なくともフランジ状突出部12を、また、第2の連結部材4において、少なくともフランジ状嵌合部14を、弾性ある材料により形成することとしてもよい。これにより、第1の連結部材3と第2の連結部材4の着脱が容易になされるようになる。

【0050】また、フランジ状突出部12は結合部11に一定的に形成されることに限定されることはなく、また、フランジ状嵌合部14は結合部13に一体的に形成されることに限定されることはない。すなわち、フランジ状突出部12、フランジ状嵌合部14を、結合部と別個のものとして設けてもよい。

【0051】次にこのような屈折率整合部材2を用いることによる効果について具体的に説明する。一般に、光は屈折率の異なるふたつの媒質の界面で反射する。そのときの反射率Rは(1)式で表すことができる。

【0052】

【数1】

(6)

$$R = \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 \quad \dots (1)$$

【0053】ここで、 $n_1$ は界面に入射する前に伝搬している媒質の屈折率、 $n_2$ は界面を透過後に伝搬する媒質の屈折率である。例えば、光ファイバ101の端面101aが何に対しても接触していない状態を示している図1において、光ファイバ101から信号光Lを出射する場合には、屈折率 $n_1$ が光ファイバ101のコアの屈折率であり、屈折率 $n_2$ が空気の屈折率である。例えば、プラスチック製の光ファイバを用いる場合、波長650nmの光に対して、コアの屈折率は $n_1=1.492$ 程度であることが知られている。したがって、(1)式を用いると、反射率は3.9%になる。そしてこのとき、光ファイバ101の端面で反射される反射光 $L_1$ がクロストークとなる。

【0054】ところが、図2に示すように、光ファイバ101の端面101a及び光ファイバ102の端面102aとが屈折率整合部材2を挟むように配置した場合において、光ファイバ101から信号光Lを出射したときには、端面101aでの反射率は屈折率整合部材2の屈折率を $n_3$ とすると、(2)式で表すことができる。

【0055】

【数2】

$$R = \left( \frac{n_3 - n_1}{n_3 + n_1} \right)^2 \quad \dots (2)$$

【0056】この(2)式により、屈折率整合部材2の屈折率 $n_3$ が光ファイバ101のコアの屈折率 $n_1$ に近ければ近いほど反射率が小さくなることがわかる。例えば、屈折率整合部材2の材料として、波長650nmの光に対して屈折率が1.52のシリコンを用いて、光ファイバ101の端面101aを屈折率整合部材2に密着させ、当該端面101aと屈折率整合部材2の面2bとの間に空気の層をなくすことで、反射率を0.01%まで低減させることができる。同様に、光ファイバ102の端面102aと屈折率整合部材2とを密着させることで、端面102aと空気の界面のフレネル反射を低減することができる。フレネル反射を低減することは、クロストークの低減と同時に、光ファイバ101及び光ファイバ102との光学的な結合効率の向上につながる。

【0057】ここで、一芯双方向方式を採用する場合に、光通信回路が必要な性能を出すための上述した

(2)式の反射率Rの条件を、図12及び図13を用いて説明する。光通信回路で性能を十分出すために、受信光の振幅BDと遠端反射光の振幅BFXとの比が、

(3)式に示すように、ある値OSN以上必要であると

する。

【0058】

【数3】

$$\frac{BD}{BFX} \geq OSN \quad \dots (3)$$

【0059】第1の光送受信装置201に連結された光ファイバ203の長さを $L_{E1}$ 、第2の光送受信装置202に連結された光ファイバ204の長さを $L_{E2}$ とし、長さ $L_{E1}$ あたりの光ファイバ203の光の伝送損失を $d_1$ 、長さ $L_{E2}$ あたりの光ファイバ204の光の伝送損失を $d_2$ とする。屈折率整合部材2を用いたときの光ファイバの反射率R(2)式を用いて、(3)式を表すと以下の(4)式になる。

【0060】

【数4】

$$\frac{(1-R)^2 d_2}{R d_1} \geq OSN \quad \dots (4)$$

【0061】この(4)式を満たすような屈折率Rを有する屈折率整合部材2を使用することにより、光通信回路が要求する性能で、光信号による通信を行うことができる。

【0062】次に、光ファイバ連結器1による効果を評価するための測定結果を説明する。図5及び図6には、効果を確かめるための実験系を示している。

【0063】図5に示す実験系は、光ファイバ101の端面101aは外部に臨むように開放されており、空気に触れている状態にある。

【0064】また、図6に示す実験系は、光ファイバ連結器1に対応して構成されたものであって、光ファイバ101の端面101aが屈折率整合部材2に密着している状態にある。そして、この図6に示す実験系では、光ファイバ101の端面101aが接合されていない屈折率整合部材2の背面に光吸収体124が接合されている。ここで、屈折率整合部材2はシリコンにより形成されている。例えば、シリコンは市販されているもので、屈折率が1.52、引っ張り強さが2kgf/cm<sup>2</sup>、伸びが50%という値を持つ。ここで、引っ張り強さとはゴム特性を表すもので、JIS K 6250の測定法に基づくものである。また、伸びとは引っ張り強さ試験のときに伸びた長さを示すものである。伸びが50%ということは、試料の長さがはじめの50%だけ伸びたことを示す。このような特性を有するシリコンから形成された屈折率整合部材2は、光ファイバ101、102それぞれの端面101a、102aに十分密着するために変形する柔らかさを持つことになる。また、光ファイバ101、102との取り付け、取り外しを繰り返しても、その屈折率特性に変化は起こらない。

【0065】そして、両実験系はともに、図5及び図6に示すように、光源であるレーザダイオード(LD)121と、光ファイバ101の端面101aにおいて反射された反射光を受光素子(PD)に反射させるビームスプリッタ(BS)122とを備えている。例えば、レー



(7)

ザダイオード121は、発振波長が650nmの光を出射する。また、測定に用いた光ファイバ101はプラスチックで作られており、表1に示すような特性と、図7

に示すような損失スペクトルを持っている。

【0066】

【表1】

光ファイバ外径		1000 $\mu\text{m}$
被覆外形		2.2 mm
被覆材質		ポリエチレン
伝送損失		14dB/100m*
帯域		160 MHz@100m*
屈折率	コア	1.492
	クラッド	1.456

(\*: 650nm 単色平行光による参考値)

【0067】このような実験系において、レーザダイオード121からの出射光LDLは、ビームスプリッタ122を透過して光ファイバ101に入射させる。そして、光ファイバ101に入射された光は、当該光ファイバ101の端面101aで反射されて反射光 $I_1$ として、ビームスプリッタ(BS)122の反射面122aに向かう。そして、反射光 $I_1$ は、ビームスプリッタ(BS)122の反射面122aで反射されて、受光素子123に入射される。

【0068】図5の実験系の場合、すなわち光ファイバ101の端面101aが空気と接している場合には、受光素子123が受ける光量は23.8  $\mu\text{W}$ であった。一方、図6の実験系の場合、すなわち光ファイバ101の端面101aに屈折率整合部材2を密着させている場合には、受光素子123が受ける光量は10.7  $\mu\text{W}$ となり、端面101aが空気と接触されている場合より減少する結果となった。よって、図5及び図6に示すような実験系により得た光ファイバ連結器1による効果を評価するための測定でも、屈折率整合部材2の効果が現れている結果となった。

【0069】例えば、このような光ファイバ連結器1は、図8に示すように、ホームネットワークを構築する場合に使用される。

【0070】家130は外部のネットワーク131と通信ケーブル132や人工衛星133などを介して結ばれている。家130のなかには、電気機器や情報機器などが配置されている。ホームサーバ134は外部ネットワーク131からの情報を蓄積するためのものである。家庭内の機器はホームサーバ134にアクセスすることで、いつでも素早く最新の情報をダウンロードすることができる。セットトップボックス140はアンテナ134を介して人工衛星133からの情報をデータ処理するためのものである。

【0071】家130の設置されている機器は、TV受像機141、ビデオカメラ142、ビデオレコーダ143、プリンタ・ファクシミリ144、コンピュータ145、デジタルスチルカメラ146等である。これらは相互に接続されていて、ホームネットワークを介してそれぞれ互いに遠隔操作ができるようになっている。

【0072】光ファイバ連結器1は、このような複数の電子機器等によって構成されるホームネットワークが光ファイバによって構築される場合に使用することができる。この場合、ホームネットワーク機器は、例えば図9に示すような光送受信装置22、24を介してホームネットワークにつながれて、ホームネットワークを構築している。

【0073】光送受信装置22、24は、機器21と機器23との間で双方向光通信を可能にする装置であり、光信号の伝送路として使われる。ここで、機器21、23は、上述したようなビデオレコーダやコンピュータ等の電子機器や情報機器である。

【0074】例えば、電子機器等は、一般的には、筐体21a内部に光送受信装置22を有し、筐体21aの外側面に、他の機器23の光ファイバ102とが接続される接続部を有している。すなわち、筐体21a内部において光送受信装置22から筐体21aの接続部へのびる光ファイバ101の長さ比べ、光送受信しようとする機器23からのびる光ファイバ102の長さの方が長くなる。光ファイバ連結器1は、この筐体21aの外側面に配置される光ファイバの接続部に適用することができる。

【0075】従来は、このように光送受信装置22から光ファイバ101の遠端部(端面101a)の距離が近かった場合、クロストークの影響は大きくなってしまっていたが、光ファイバ連結器1を用いることにより、光ファイバ101の端面101aでの反射が防止されるため、光送受信装置22から光ファイバの遠端部の距離に関係なく、クロストークを防止することができる。

【0076】光ファイバ連結器1を、このようなホームネットワークにおいて使用することにより、ホームネットワークを構築する電子機器等の各機器間でクロストークを防止して光信号の送受信を行うことができる。

【0077】なお、上述した実施の形態では、屈折率整合部材2が光ファイバ連結器1に組み込まれた状態を示したが、屈折率整合部材2を独立の部品とした場合でも、本発明を構成することができる。例えば図10及び図11に示すように、光ファイバ連結器31を、屈折率整合部材32と、光ファイバ101、102の端面10

(8)

1 a, 102 aを対向させて屈折率整合部材32の各側面に接合させる第1の連結部材33、第2の連結部材34、及び第3の連結部材35とからなる光ファイバ連結部36とから構成することにより、屈折率整合部材32を着脱自在にする。ここで、屈折率整合部材32は、上述した屈折率整合部材2と同様な材料により形成されている。

【0078】この光ファイバ連結器31は、第1及び第2の連結部材33、34を、屈折率整合部材32が取り付けられている第3の連結部材35に嵌合することにより、光ファイバ101と光ファイバ102を連結させている。

【0079】第1及び第2の連結部材33、34は、上述した光ファイバ連結器1の第1の連結部材3と略同一の構成からなる。

【0080】第1の連結部材33は、光ファイバ101に装着されるとともに、第3の連結部材35に嵌合するような形状とされ、具体的には、光ファイバ101の端面101 aの近傍に装着される結合部41と、第3の連結部材35に嵌合されるフランジ状突出部42とから構成されている。

【0081】結合部41は、略円管形状とされ、その内径が光ファイバ101の外径と略同一とされている。結合部41の先端側の外周部には、フランジ状突出部42が設けられている。

【0082】フランジ状突出部42は、第3の連結部材35に嵌合されるように、結合部41の外周部から突出された形状とされている。具体的には、フランジ状突出部42は、結合部41の外周部から突出されて、略平板の円盤形状に形成され、結合部41に一体的に形成されている。

【0083】そして、フランジ状突出部42の外周縁は、第3の連結部材35と係合される係合部42 aとされている。このフランジ状突出部42の外周縁は、例えば、略凸トラス面形状に形成されている。

【0084】なお、第1の連結部材33において、少なくともフランジ状突出部42は、弾性のある材料により形成されている。また、フランジ状突出部42は、結合部41と一体とされて形成されることに限定されるものではなく、結合部41と別個の部材として構成することもできる。

【0085】このような構成を有する第1の連結部材33は、端面41 aを、光ファイバ101の端面101 aより若干後退させて、すなわち、光ファイバ101の端面101 aが突出されるように、当該端面101 aの近傍に装着されている。

【0086】第2の連結部材34も第1の連結部材33と略同形状に形成されている。すなわち、第2の連結部材34は、光ファイバ102に装着されるとともに、第3の連結部材35に嵌合するような形状とされ、具体的

には、光ファイバ102の端面102 aの近傍に装着される結合部43と、第3の連結部材35に嵌合されるフランジ状突出部44とから構成されている。

【0087】結合部43は、略円管形状とされ、その内径が光ファイバ102の外径と略同一とされている。そして結合部43の先端側の外周部に、フランジ状突出部44が設けられている。

【0088】フランジ状突出部44は、第3の連結部材35に嵌合されるように、結合部43の外周部から突出された形状とされている。具体的には、フランジ状突出部44は、結合部43の外周部から突出されて、略平板形状に形成され、結合部43に一体的に形成されている。

【0089】そして、フランジ状突出部44の外周縁は、第3の連結部材35と係合される係合部44 aとされている。このフランジ状突出部44の外周縁は、例えば、略凸トラス面形状に形成されている。

【0090】なお、第2の連結部材34において、少なくともフランジ状突出部44は、弾性のある材料により形成されている。また、フランジ状突出部44は、結合部43と一体とされて形成されることに限定されるものではなく、結合部43と別個の部材として構成することもできる。

【0091】このような構成を有する第2の連結部材34は、端面43 aを、光ファイバ102の端面102 aより若干後退させて、すなわち、光ファイバ102の端面102 aが突出されるように、当該端面102 aの近傍に装着されている。

【0092】この第1及び第2の連結部材33、34が嵌合される第3の連結部材35は、屈折率整合部材32が取り付けられる取り付け部35 aと、第1及び第2の連結部材33、34が嵌合される係合部35 b、35 cとが設けられ、略円盤形状に形成されている。

【0093】取り付け部35 aは、略平板の円盤形状をなして、その略中央に各面32 a、32 bが各光ファイバの102、101の端面102 a、101 aそれぞれに対向されるように配置されている。

【0094】係合部35 b、35 cは、取り付け部35 aの外周部に、当該取り付け部35 aに対して略垂直とされて、光ファイバ101、102それぞれの後方に向かって突出した形状として形成されている。そして、係合部35 bの内周側には、フランジ状突出部42の係合部42 aと係合する溝部35 dが形成され、例えば、溝部35 dは、略凹トラス面形状に形成されている。また、係合部35 cの内周側には、係合部44 aと係合する溝部35 eが形成され、例えば、溝部35 eは、略凹トラス面形状に形成されている。

【0095】なお、第2の連結部材34において、少なくともフランジ状突出部44を弾性のある材料により形成することもできる。

(9)

【0096】以上のように構成された光ファイバ連結器31は、第1の連結部材33及び第2の連結部材34を、第3の連結部材35に嵌合することにより、第1及び第2の連結部材33、34に装着されている光ファイバ101、102の端面101a、102aを屈折率整合部材32に接合させて、当該端面101aと端面102aとを対向させて配置させる。これにより、屈折率整合部材32が光ファイバ101、102の屈折率と等しい屈折率を有していることから、光ファイバ101、102の端面101a、102aにおけるフレネル反射を抑制することができる。

【0097】例えば、このような構成からなる光ファイバ連結装置31は、第3の連結部材35の着脱が容易になされることから、屈折率整合部材32の交換を容易にする。

【0098】なお、本発明の実施の形態では、光ファイバ同士を連結する場合を示して説明してきた。しかし、本発明に係る光ファイバ連結装置はすべての光導波路に適用することができ、すべての光導波路のフレネル反射防止のための装置として応用できる。

【0099】また、実施の形態として、光ファイバ連結器1が家庭内のLAN(Local Area Network)、つまりホームネットワークやオフィスLANに用いられた例を示した。しかし、これに限らず、自動車や飛行機などの移動体内における各種情報のやり取りを行うための通信系統等にも適用することができる。

【0100】また、屈折率を整合する光の波長を650nmとして説明したが、650nmに限らず他の波長領域を用いることももちろん可能である。

【0101】

【発明の効果】本発明に係る光ファイバ連結装置は、光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段と、2本の光ファイバの間に上記屈折率整合手段を介在させて各端面を上記屈折率整合手段に接触させた状態で連結する光ファイバ連結手段とを備えることにより、光ファイバの端面の間に屈折率整合手段を介在させて各端面を屈折率整合手段に接触させた状態で連結することができる。

【0102】例えば、これにより、光ファイバの端面を精度よく丸く研磨する等、加工精度が要求されることなく、製品コストを下げることができ、また、光ファイバ同士の連結・取り外しを自由にできることとしながらも、光通信に適した光信号の送信を可能にすることができる。

【0103】また、本発明に係る光ファイバ連結装置は、2本の光ファイバの端面の間に当該光ファイバのコアの屈折率と略同等の屈折率を有する屈折率整合手段を介在させて各端面を屈折率整合手段に接触させた状態で連結することにより、例えば、光ファイバの端面を精度よく丸く研磨する等、加工精度が要求されることなく、

製品コストを下げることができ、また、光ファイバ同士の連結・取り外しを自由にできることとしながらも、光通信に適した光信号の送信を可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態である光ファイバ連結器の構成を示すものであって、第1の連結部材と第2の連結部材を接続していない状態を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態である光ファイバ連結器の構成を示すものであって、第1の連結部材と第2の連結部材を接続した状態を示す断面図である。

【図3】光ファイバ連結器において、第1の連結部材と第2の連結部材を接続していない状態の詳細を示す斜視図である。

【図4】光ファイバ連結器において、第1の連結部材と第2の連結部材を接続した状態の詳細を示す斜視図である。

【図5】光ファイバ連結器による効果を評価するために構成された実験系であって、比較のための結果を得るための実験系を示す図である。

【図6】光ファイバ連結器による効果を評価するために構成された実験系であって、光ファイバ連結器の構成を適用した実験系を示す図である。

【図7】光ファイバの損失スペクトルの特性を示す特性図である。

【図8】光ファイバ連結器により光ファイバを連結して構築されたホームネットワークを示す図である。

【図9】光ファイバ連結器を、各機器からの光ファイバを連結する場合に適用した具体例を示す側面図である。

【図10】本発明の他の実施の形態である光ファイバ連結器の構成を示すものであって、第3の連結部材に、第1の連結部材及び第2の連結部材を接続していない状態を示す断面図である。

【図11】本発明の他の実施の形態である光ファイバ連結器の構成を示すものであって、第3の連結部材に、第1の連結部材及び第2の連結部材を接続した状態を示す断面図である。

【図12】従来の光ファイバの連結器により、光ファイバを連結した際の状態を示す側面図である。

【図13】従来の光ファイバの連結器により連結された光ファイバにおいて発生するクロストークの問題を説明するために使用した図である。

【図14】フレネル反射を防止する従来の光ファイバの連結器を示す断面図である。

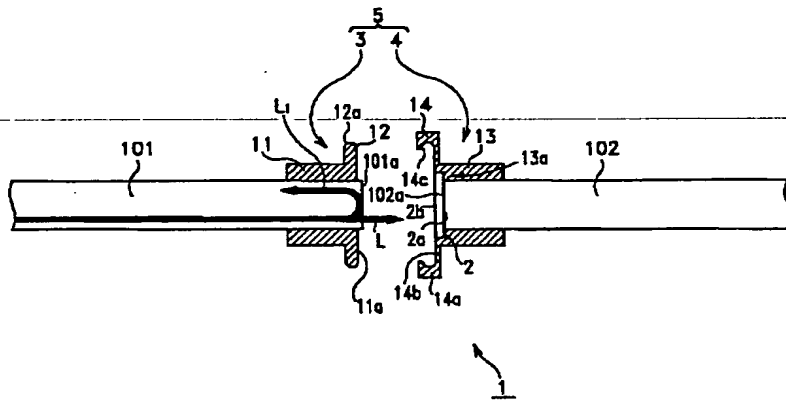
【図15】光学接着剤を用いて遠端反射防止して光ファイバを接続する従来の光ファイバの連結器を示す断面図である。

【符号の説明】

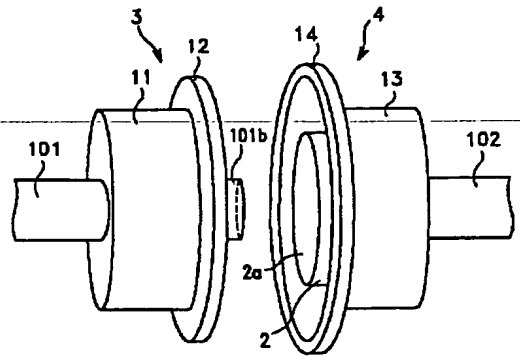
1 光ファイバ連結器、2 屈折率整合部、3 第1の連結部材、4 第2の連結部材

(10)

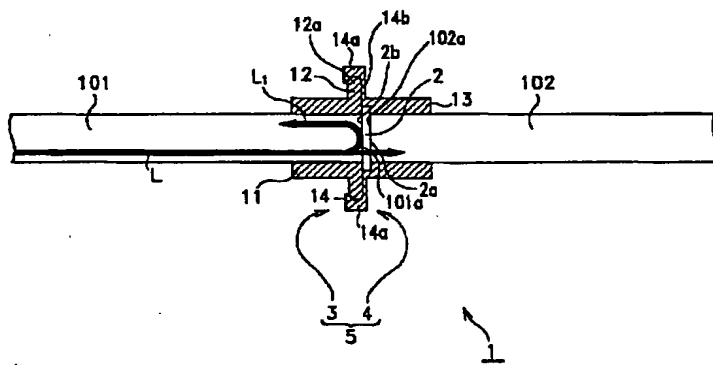
【図1】



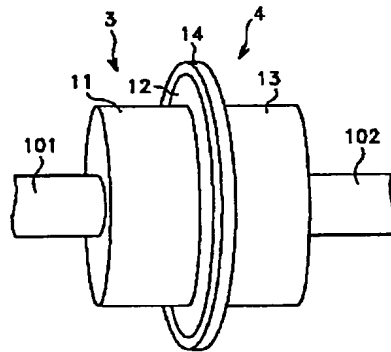
【図3】



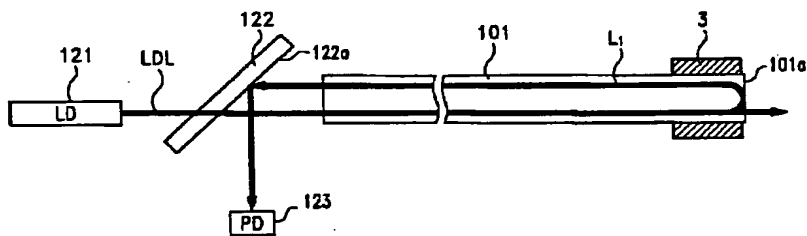
【図2】



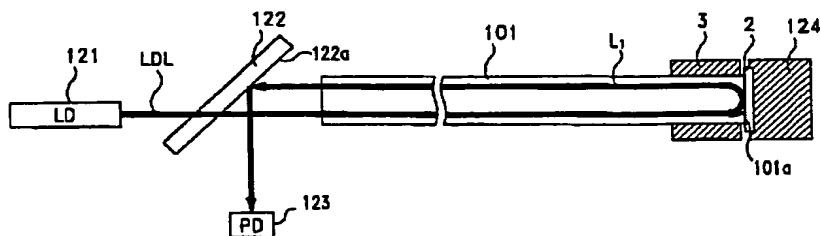
【図4】



【図5】

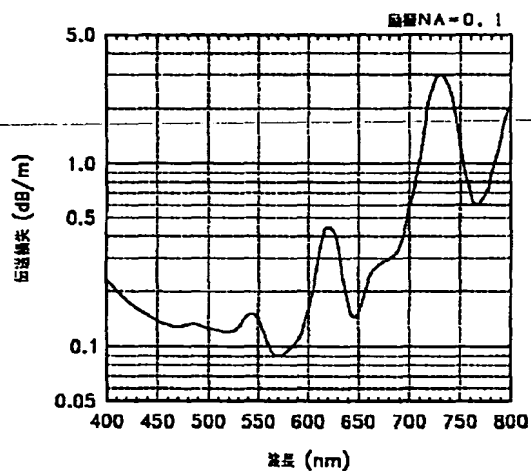


【図6】

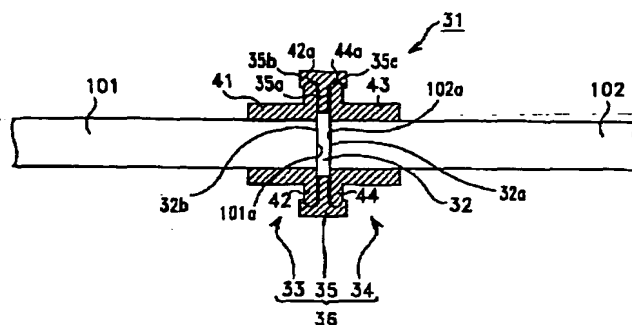


(11)

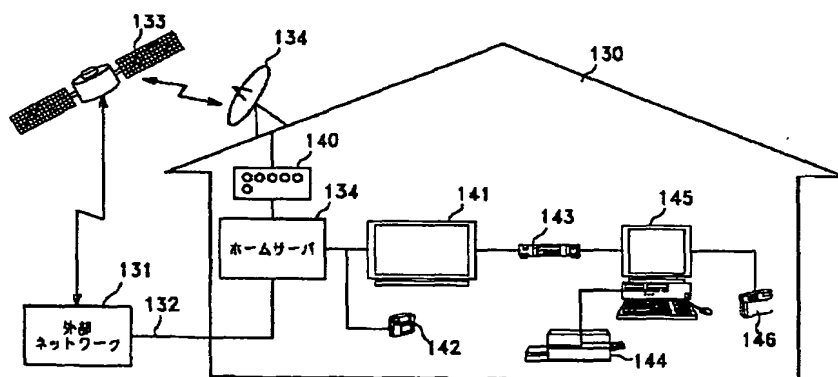
【図7】



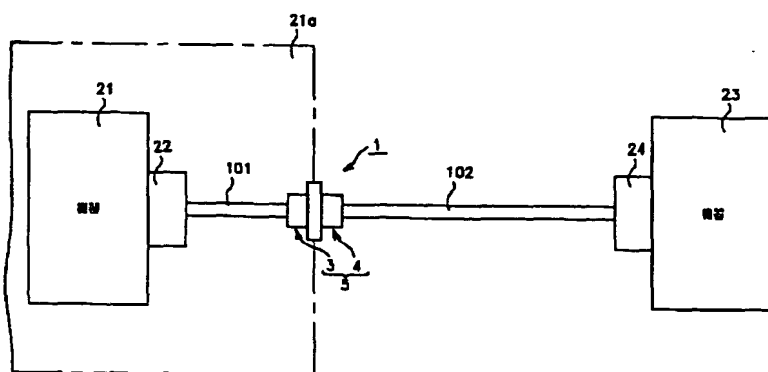
【図11】



【図8】

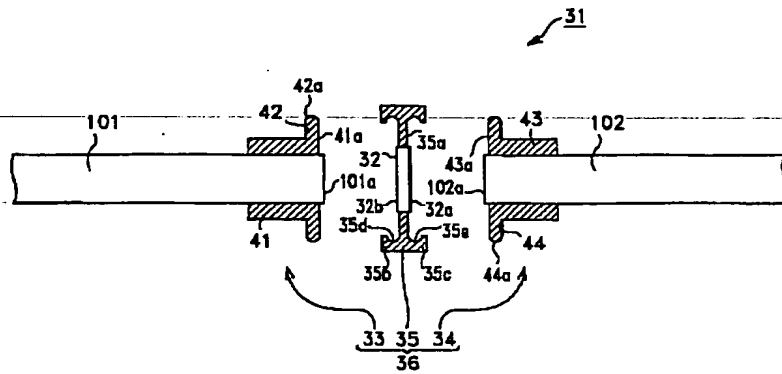


【図9】

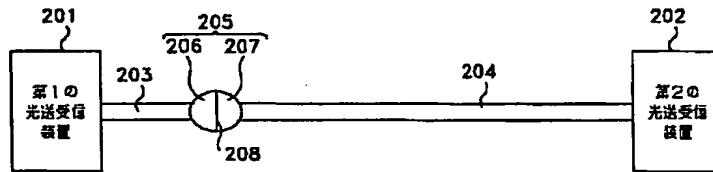


(12)

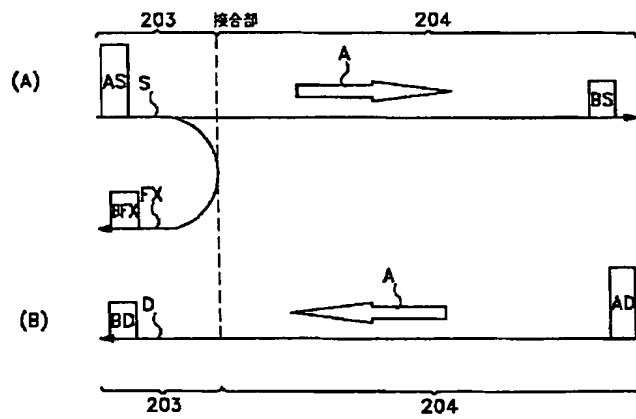
【図 10】



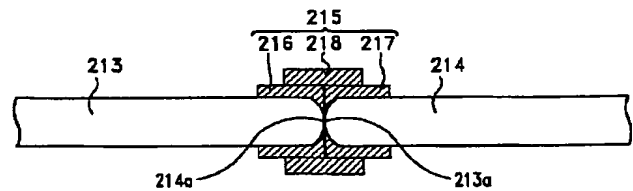
【図 12】



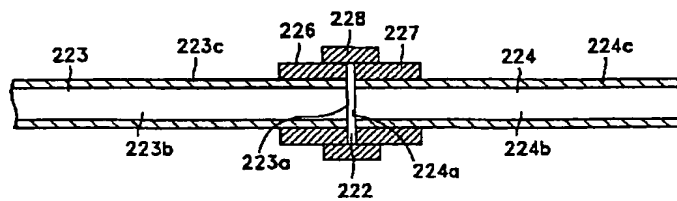
【図 13】



【図 14】



【図 15】



(13)

フロントページの続き

(72)発明者 大久保 賢一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

Fターム(参考) 2H036 MA01 QA41

---

